

основе контрольных уравнений. Данный подход обладает более сильными свойствами по сравнению с типовой методикой сравнения фактических и допустимых небалансов электроэнергии. Это объясняется большим разнообразием в формировании вариантов контрольных уравнений и строгой формализованностью процедуры их получения. Основой метода является факт малой связности уравнений состояния, то есть измеренный параметр явно зависит лишь от небольшой части параметров режима.

Вторую группу образуют *методы поиска «плохих» данных*, используемые непосредственно в ходе решения задачи ОС. При этом квадратичная целевая функция задачи оценки состояния – взвешенная сумма квадратов ошибок измерений модифицируется так, чтобы снижалась чувствительность к большим ошибкам измерений. Данные методы коротко можно охарактеризовать как неквадратичные критерии.

Третья группа методов основана на анализе остатков оценивания, то есть разницы между измеренными и расчетными значениями измерений. Алгоритмы такого *апостериорного анализа* обладают достаточно высокой силой по выявлению плохих данных, но, как правило, требуют многократных повторных решений задачи, что существенно влияет на время решения. Существует ряд примеров, когда алгоритм апостериорного анализа выявляет плохие данные, неразличимые алгоритмом априорного анализа. Суммируя, апостериорный анализ, хотя и является более трудоемким, обладает более сильной разрешающей способностью.

Достоверизация полученных измерений является важным аспектом задачи энергосбережения.

Для контроля достоверности измерительной информации от систем учета ЭЭ недостаточно одних метрологических методов. Наименее затратными являются методы достоверизации, использующие математические подходы. Информационная избыточность систем учета электроэнергии является обязательным требованием контроля достоверности измерительной информации.

Методы выявления «плохих» данных, разработанные в теории оценки состояния, являются наиболее эффективными методами достоверизации информации, полученной от систем учета электроэнергии.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОГАЗОТУРБИННЫХ И ГАЗОПОРШНЕВЫХ УСТАНОВОК ПРИ РАБОТЕ В КОГЕНЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

*Крупин Д.Ф., Суворов Д.М.
Вятский государственный университет, г. Киров
e-mail: dmilar@mail.ru*

С развитием промышленности в России растет потребность в подключении новых мощностей. Широкое применение для решения данной задачи получают в последние годы когенерационные локальные системы энергоснабжения. Это связано, прежде всего, со сниженной себестоимостью получения тепла и

электроэнергии в данных установках. При использовании объектов малой энергетики, с учётом вложения необходимых капитальных затрат, в условиях достаточно быстрой их окупаемости и последующей прибыльности, на первое место встаёт вопрос энергоэффективности, т.е. КПД и коэффициента полезного использования теплоты (КПИТ) этих установок.

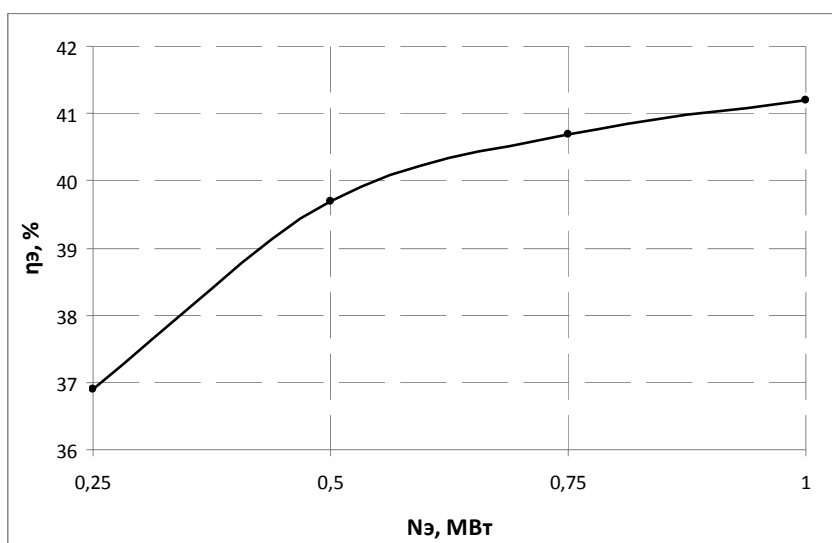
В данной работе проведен расчет работы газопоршневой установки при частичных нагрузках и сравнительная оценка энергетической эффективности использования микрогазотурбинных (МКТ) и газопоршневых (ГПА) установок для использования в когенерационных локальных системах энергоснабжения. К сравнению был принят блок микрогазотурбинных установок Capstone C200 с заявленным производителем коэффициентом полезного действия по выработке электроэнергии 33 % и КПИТ 74 % и газопоршневая установка Wilson PG1250B (41,2 % и 85,6 %, соответственно) при прочих равных граничных условиях. Сравнительный расчет осуществлялся по продолжительности стояния температур и для различного соотношения расчетной тепловой и максимальной электрической нагрузок в диапазоне 0,2...3,0.

Расчет блока микротурбинных установок осуществлялся по методике, приведенной в работе [1]. В ходе определения работы газопоршневой установки при частичных нагрузках производился полный тепловой расчет цикла газового ДВС с турбонаддувом. При этом были учтены условия согласованной работы компрессора и турбины при всех нагрузках

$$\begin{cases} N_{\dot{O}} = N_{\dot{E}} \\ G_{\dot{E}} = G_T \end{cases},$$

где $N_{\dot{O}}$ – мощность турбины; N_K – мощность компрессора; $G_{\dot{O}}$ – расход уходящих газов через турбину; $G_{\dot{E}}$ – расход воздуха через компрессор.

Значения электрического КПД газопоршневой установки при частичных нагрузках, определенные по данным производителя, показаны на рисунке.



Значения электрического КПД газопоршневой установки при частичных нагрузках

В одном из вариантов сравнительного расчета микрогазотурбинных и газопоршневых установок были приняты следующие граничные условия:

1. Установки работают при номинальной элект-

рической нагрузке $N_{э} = \text{const} = 1$ МВт;

2. Диапазон расчетных тепловых нагрузок $Q_m = 0,2 - 3$ МВт;

3. Расчетная температура отопления $t_{но} = -31$ °С.

Результаты сравнительного расчета для температуры наружного воздуха, равной $t_{но} = -31$ °С, приведены в таблице. Сравнительный расчет для данного уровня мощностей показывает некоторое преимущество газопоршневых установок за счет большего значения КПИТ.

Из проведенных расчетов следует, что использование микротурбинных установок оправдано, когда их ключевые преимущества имеют принципиальное значение (там, где имеет место переменный характер нагрузки с периодическим ее падением до нулевых или близких к нулевым значениям, в местах, где критичен уровень шума, производимого установкой), в диапазоне мощностей до 250 кВт. Газопоршневые системы в диапазоне мощностей от 250 кВт до 6 МВт остаются рациональным и эффективным решением для большинства типовых систем автономного тепло- и электроснабжения.

Результаты сравнительного расчета микрогазотурбинных и газопоршневых установок для температуры наружного воздуха, равной -31 °С.

Тип установки	МКТ				ГПА			
Отношение нагрузок	0,2	0,5	1	3	0,2	0,5	1	3
Количество установок	5				1			
Электрическая нагрузка $N_{э}$, МВт	1							
Тепловая нагрузка $Q_{т}$, МВт	0,2	0,5	1	3	0,2	0,5	1	3
Тепловая мощность установки $Q_{тм}$, МВт	0,728				0,859			
Тепловая мощность пикового котла $Q_{пот}$, МВт	0	0	0,272	2,272	0	0	0,141	2,141
Расход топлива B , м ³ /с	0,067	0,067	0,074	0,127	0,065	0,065	0,069	0,122
Электрический КПД установки $\eta_{э}$, %	40,2				41,2			
Тепловой КПД установки $\eta_{т}$, %	8,7	20,4	29,3	29,3	8,2	20,6	35,4	35,4
КПИТ, равный $(\eta_{э} + \eta_{т})$, %	48,9	60,7	69,5	69,5	49,4	61,8	76,6	76,6

В докладе на конференции будут представлены также результаты других граничных условий для расчетных сравнений энергетической эффективности микрогазотурбинных и газопоршневых установок.

Библиографический список

1. Баев В.Р. (научный руководитель Д.М. Суворов). Сравнительная эффективность энергоснабжения локальных потребителей с применением ГТУ малой мощности и микрогазотурбинных установок // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность: Труды XIV Международного студенческого научно-технического семинара: в 2-х томах. Томск, 24 – 27 апреля 2012 г. Томск: ТПУ, 2012. Т. 2. Теплоэнергетическое и гуманитарные направления. С. 160-163